

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-309625

(P2001-309625A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

H 0 2 K 21/14

H 0 2 K 21/14

5 H 0 0 2

1/14

1/14

Z 5 H 6 0 3

1/18

1/18

C 5 H 6 2 1

1/27

1/27

5 0 1 A 5 H 6 2 2

3/28

3/28

J

5 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2000-119337 (P2000-119337)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(22) 出願日

平成12年4月20日 (2000.4.20)

(72) 発明者 大川 義光

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

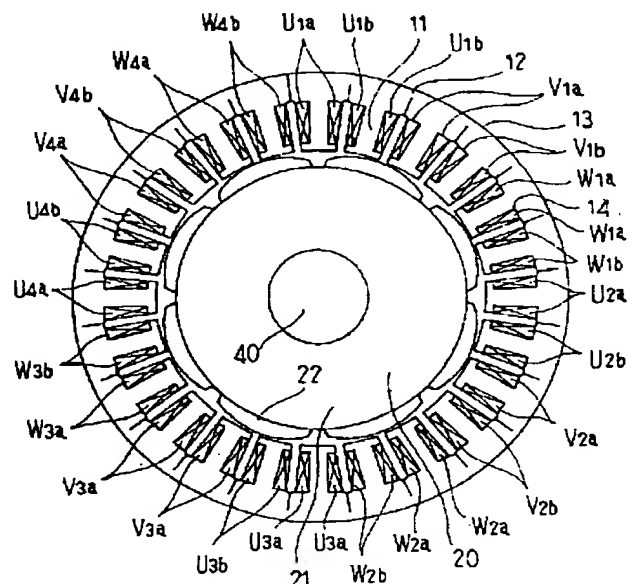
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石型電動機

(57) 【要約】

【課題】 固定子鉄心の径方向寸法が大きくなる大容量の永久磁石型電動機においても小形・低価格化が可能な固定子を得ることを目的とする。

【解決手段】 固定子鉄心13の各歯部11に集中巻方式にて巻線14を施し三相電源にて駆動する永久磁石型電動機の固定子において、所定の巻線群を形成する互いに隣接した巻線U1aとU1b、V1aとV1b、W1aとW1b等が電源の同一相に同一極性となるように接続を行なう。



11 : 歯部

40 : ロータ軸

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の磁極をもつ永久磁石と、前記永久磁石と対向して配置される複数の歯部と、この歯部に集中的に巻回されて接続された巻線を有する永久磁石型電動機において、互いに隣接した前記歯部に巻回された巻線が同一相に同一極性となるよう接続されたことを特徴とする永久磁石型電動機。

【請求項2】 前記同一相に同一極性となるよう接続された複数の巻線により巻線群が形成され、同一の巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の間隙をaとし、異なった巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の間隙をbとしたとき、 $a < b$ としたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石型電動機。

【請求項3】 前記同一相に同一極性となるよう接続された複数の巻線により巻線群が形成され、同一の巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の間隙厚さをcとし、異なった巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の間隙厚さをdとしたとき、 $c > d$ としたことを特徴とする請求項1または請求項2記載の永久磁石型電動機。

【請求項4】 前記巻線は3相接続され、前記歯部の全個数をNとする時、 $N = 3n$  ( $n$ は2より大きい正の整数)の関係になることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の永久磁石型電動機。

【請求項5】 複数の永久磁石磁極をもつ回転子と、複数の歯部および当該歯部同士を折り曲げ可能に連結する連結手段を有し、前記連結手段で折り曲げられて環状に形成され、前記複数の歯部が前記回転子に対向して配置された固定子鉄心と、前記歯部に集中的に巻回されて接続された巻線を有する永久磁石型電動機において、互いに隣接した前記歯部に巻回された巻線が同一相に同一極性となるよう接続されたことを特徴とする永久磁石型電動機。

【請求項6】 前記固定子鉄心は、前記複数の歯部および前記複数の連結手段を有するユニットを複数個連結して形成されたことを特徴とする請求項5記載の永久磁石型電動機。

【請求項7】 前記複数のユニットは互いに接する面に嵌め合い部を有しており、当該嵌め合い部により連結されて環状に形成されたことを特徴とする請求項5記載の永久磁石型電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ACサーボモータ等の永久磁石型電動機に関し、特に、固定子鉄心に集中巻方式にて巻線を行なうものに関する。ここで、集中巻方式とは、複数の歯部に跨って巻線を施すのではなく、1つの歯部に集中して巻線を行う方式（所謂じか巻方式）をいう。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の永久磁石形電動機の固定子としては、例えば、特開平9-37494号公報に開示されたもの（図9(a)、(b)参照）がある。

【0003】図9(a)に示されている固定子は、外形が円形の固定子鉄心100に9個の歯部101を有する固定子の例であり、各歯部に集中巻方式（所謂じか巻方式）にて巻線が施され、互いに隣接した各々の巻線は接続される三相電源の相、あるいは歯部101の極性の何れかが異なるようにU+、U-、U+、V+、V-、V+、W+、W-、W+の並び順で構成されている。

【0004】この固定子では、固定子鉄心100に設けられた歯部101の個数が9個のため、固定子鉄心100の径方向寸法が大きくなる大容量機種においては歯部101の1個当たりの周方向長さが長くなる。

【0005】図9(b)に示されている固定子は、外形が円形の固定子鉄心100に12個の歯部101を有する固定子の例であり、各歯部に集中巻方式にて巻線が施され、互いに隣接した各々の巻線は三相電源の異なる相に接続されU、V、W、U、V、W、U、V、W、U、V、Wの並び順で構成されている。

【0006】この固定子においても、固定子鉄心100に設けられた歯部101の個数が12個のため、固定子鉄心100の径方向寸法が大きくなる大容量機種においては歯部101の1個当たりの周方向長さが同様に長くなる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述のような従来の永久磁石型電動機の固定子における集中巻方式においては、回転子の極数に対応して最適な固定子の歯部の個数が決められ、互いに隣接する歯部に巻回された巻線は夫々電源の異なる相に接続するか、歯部の極性が反転するように同一相に接続する必要がある。このため、径方向寸法の大きい大容量の永久磁石型電動機においては集中巻を採用しても歯部1個当たりの周方向長さが長くなり、これに伴い巻線の跨りが大きくなりこの結果コイルエンド寸法も大きくなるため小形・低価格化が困難という問題があった。

【0008】この発明は、上述のような問題点を解消するためになされたものであり、小形化が可能な永久磁石型電動機を得ることを目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】この発明における永久磁石型電動機は、複数の磁極をもつ永久磁石と、前記永久磁石と対向して配置される複数の歯部と、この歯部に集中的に巻回されて接続された巻線を有する永久磁石型電動機において、互いに隣接した前記歯部に巻回された巻線が同一相に同一極性となるよう接続されたものである。

【0010】また、前記同一相に同一極性となるよう接

続された複数の巻線により巻線群が形成され、同一の巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の先端周方向隙間を $a$ とし、異なった巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の先端周方向隙間を $b$ としたとき、 $a < b$ としたものである。

【0011】さらに、前記同一相に同一極性となるよう接続された複数の巻線により巻線群が形成され、同一の巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の先端径方向厚さを $c$ とし、異なった巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の先端径方向厚さを $d$ としたとき、 $c > d$ としたものである。

【0012】さらにまた、前記巻線は3相接続され、前記歯部の全個数を $N$ とする時、 $N = 3n$  ( $n$ は2より大きい正の整数)の関係としたものである。

【0013】この発明における永久磁石型電動機は、複数の永久磁石磁極をもつ回転子と、複数の歯部および当該歯部同士を折り曲げ可能に連結する連結手段を有し、前記連結手段で折り曲げられて環状に形成され、前記回転子と対向して配置される固定子鉄心と、この歯部に集中的に巻回されて接続された巻線を有する永久磁石型電動機において、互いに隣接した前記歯部に巻回された巻線が同一相に同一極性となるよう接続されたものである。

【0014】また、前記固定子鉄心は、前記複数の歯部および前記複数の連結手段を有するユニットを複数個連結して形成されたものである。

【0015】さらに、前記複数のユニットは互いに接する面に嵌め合い部を有しており、当該嵌め合い部により連結されて環状に形成されたものである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照にして、この発明にかかる永久磁石型電動機の実施の形態を詳細に説明する。

【0017】実施の形態1. 図1～図3は、この発明による永久磁石型電動機の実施の形態1を示している。永久磁石型電動機は、固定子10と永久磁石型回転子20及び、永久磁石型回転子20を支持するロータ軸40、軸受部材41、外側構造体42とで構成されている。

【0018】この固定子10は、以下のようにして製造される。まず、珪素鋼板から図2に示すような形状の部材を打抜く。この部材は、複数の歯部11と歯部11同士を連結するための手段として鉄心背部に設けられた薄肉部分12を有する直線状の部材である。この部材を積層して固定子鉄心13を得る。その後、積層した固定子鉄心13を図2に示すように直線状に保持した状態で巻線14を集中巻方式にて巻回す。巻線は1つの歯部に集中して巻線を行い歯部11の周りにコイルを形成するが、コイル同士は渡り線によって接続されている。

【0019】巻線した後、図3に示すように鉄心背部の薄肉部分12を固定子鉄心13の内径側に折り曲げるよ

うに変形させ、環状に結合して固定子鉄心を得る。固定子鉄心13の内径側は円筒状に形成されており、巻線14はリード線15により三相の電源ユニットに接続されるように構成されている。この永久磁石型電動機は、インナーロータであるため、固定子鉄心13の内側には、歯部11の先端と対向して永久磁石型回転子20が設けられている。

【0020】固定子鉄心13の歯部11の全個数を $N$ とすると、 $N = 3n$  ( $n$ は2より大きい正の整数)の関係になるように構成されており、三相電源の各相に対し同一個数の歯部11に巻回された巻線が夫々接続されている。歯部の全個数を6より大きい3の倍数とすることにより、三相電源の各相に対し同一個数の歯部に巻回された巻線が接続されるため、三相間の平衡を得ることができモータの振動・騒音の発生を押さえることができる点で有利である。

【0021】この実施の形態においては、同じ巻線群に2つの歯部11に形成された巻線が属しておりかつ3相接続されているため、歯部11の全個数 $N$ は2および3の倍数、即ち6の公倍数としている。これを一般式で表すと、巻線群に属する巻線の数を $k$  (2以上の整数)とし、相数を $m$  (2以上の整数)とすると、 $N = k \times m \times t$  ( $t$ は自然数)となる。

【0022】永久磁石型回転子20は、例えば、所定の形状に加工されたロータ軸40と一体の回転子鉄心21の外周に極数分等ピッチで永久磁石22が配設されている。

【0023】図3においては、歯部11が全部で24個、永久磁石の極数が8極の場合を示し、巻線14は互いに隣接する2つの歯部11に巻回された巻線U1aとU1b、V1aとV1b、W1aとW1b、U2aとU2b、V2aとV2b、W2aとW2b、U3aとU3b、V3aとV3b、W3aとW3b、U4aとU4b、V4aとV4b、W4aとW4bがそれぞれ巻線群を形成している。したがって、図3においては12個の巻線群が形成されており、U1a～U4bはU相電源に、V1a～V4bはV相電源に、W1a～W4bはW相電源に夫々同一極性となるように接続されている。即ち、互いに隣接する2つの歯部11に形成される巻線は同一相でありかつ同一極性となるよう接続される。

【0024】図4(a)、(b)は、Y字形結線時の接続図の例を示している。図4(a)は、各巻線群に含まれるU1aとU1b、V1aとV1b、W1aとW1b等々の巻線を直列に結線した場合である。それぞれの巻線群U1、U2、U3、U4は互いに並列に接続されてU相に結線され、それぞれの巻線群V1、V2、V3、V4は互いに並列に接続されてV相に結線され、それぞれの巻線群W1、W2、W3、W4は互いに並列に接続されてW相に結線される。

【0025】図4(b)は、各巻線群に含まれる巻線を

並列に結線した場合を示している。それぞれの巻線群U1、U2、U3、U4は互いに並列に接続されてU相に結線され、それぞれの巻線群V1、V2、V3、V4は互いに並列に接続されてV相に結線され、それぞれの巻線群W1、W2、W3、W4は互いに並列に接続されてW相に結線される。この実施の形態では図4(a)と図4(b)のいずれの結線としてもよい。

【0026】上述のような構成によれば、互いに隣接する2つの歯部11に巻回された巻線U1aとU1b、V1aとV1b、W1aとW1b等々の夫々の巻線群が、電磁気回路的にあたかも夫々1つの巻線U1、V1、W1等々と同様に作用することができる。この結果、歯部の個数が12個の場合と等価と考えられる。したがって、図3の永久磁石型電動機は、歯部の個数が12個で永久磁石の極数が8極の永久磁石型電動機として動作することができる。

【0027】図5(a)、(b)は、固定子鉄心13の端面部分における巻線14の軸方向部分断面を示している。図5(a)におけるコイルエンドの軸方向長さ16は、従来の歯部(この実施の形態に対応する従来の歯部の全個数は12個)に従来の巻線・接続方式を施した場合を示し、図5(b)におけるコイルエンドの軸方向長さ17は、この実施の形態による場合を示す。

【0028】この図5(a)、(b)より明らかなように、この実施の形態のものにおいては従来のものに比べてコイルエンド寸法を大幅に小さくすることができる。更に、固定子鉄心13を円筒状に形成する前に巻線14を施すため巻線14の占積率も向上するため、巻線の銅損も低減し永久磁石型電動機の小型・低価格化が可能となる。また、結線及び接続方式を最適化することにより大容量機種の巻線を細線化することができ生産性の向上にも寄与することができる。

【0029】実施の形態2。図6は、この発明による永久磁石型電動機の実施の形態2を示している。図6において、aは同じ巻線群に含まれる巻線が施された互いに隣接した歯部11先端の周方向隙間を示し、bは異なった相の巻線が施された互いに隣接した歯部11先端の周方向隙間を示している。いずれも歯部11の先端の間隔を示したものである。

【0030】換言すれば、同じ巻線群に含まれる巻線が施された互いに隣接した歯部11とは、同一相に同一極性となるように接続されるU1aとU1b、V1aとV1b、W1aとW1b等々が施される歯部同士を意味する。また、異なった相の巻線が施された互いに隣接した歯部11とは、異なった巻線群の巻線であるU1bとV1a、V1bとW1a、W1bとU2a等々が施される歯部同士を意味する。上記a、bの値は特に限定されないが、実施の形態2においては $a < b$ の関係になるように形成されている。さらに及すれば、図6における $a < b$ の関係は $0 < a < b$ となる。尚、他の例として $0 =$

$a < b$ とすることも可能である。また尚、実施の形態1は $0 < a = b$ の例である。

【0031】この実施の形態では周方向隙間aは従来の歯部先端の周方向隙間よりも小さい値となる場合があるが、この実施の形態の固定子鉄心を図2に示したように直線状に保持した状態で巻線を行う場合に適用することで、周方向隙間aが小さい値となっても巻線を適切に行うことができるという利点がある。

【0032】上述のような構成によれば、漏れ磁束を抑制することができ有効磁束が増加し誘起電圧が向上して永久磁石型電動機の小型化と効率向上に寄与することができる。この実施の形態は、歯部11先端の周方向隙間を異ならせる点を中心に説明したが、他の構成および製造方法については実施の形態1と同様である。

【0033】実施の形態3。図7は、この発明による永久磁石型電動機の実施の形態3を示している。図7において、cは同じ巻線群に含まれる巻線が施された互いに隣接した歯部11先端の径方向厚さを示し、dは異なった相の巻線が施された互いに隣接した歯部11先端の径方向厚さを示している。いずれも歯部11の先端の径方向厚さを示したものである。

【0034】換言すれば、同じ巻線群に含まれる巻線が施された互いに隣接した歯部11とは、同一相に同一極性となるように接続されるU1aとU1b、V1aとV1b、W1aとW1b等々が施される歯部同士を意味する。また、異なった相の巻線が施された互いに隣接した歯部11とは、異なった巻線群の巻線であるU1bとV1a、V1bとW1a、W1bとU2a等々が施される歯部同士を意味する。上記c、dの値は特に限定されないが、この実施の形態においては $c > d$ (尚、cおよびdは0以上)となるように形成されている。実施の形態1は $c = d$ の例である。

【0035】上述のような構成によれば、歯部先端の磁気飽和を抑制することができ漏れ磁束が更に減少し永久磁石型電動機の小型化と効率向上に寄与することができる。

【0036】実施の形態4。この実施の形態は、固定子鉄心を複数のユニットを結合して構成するものである。この固定子鉄心は以下のように製造される。まず、珪素鋼板から図8(a)に示すような形状の部材を打抜く。この部材は、複数の歯部11と歯部11同士を連結するための手段として鉄心背部に設けられた薄肉部分12を有する直線状の部材である。この部材を積層してユニット13aを得る。その後、積層したユニット13aを図8(a)に示すように直線状に保持した状態で巻線14を集中巻方式にて巻回す。巻線は1つの歯部に集中して巻線を行い歯部11の周りにコイルを形成するが、コイル同士は渡り線によって接続されている。

【0037】巻線した後、図8(b)に示すように鉄心

背部の薄肉部分12を折り曲げて、円弧状にユニット13aを変形させる。同じようにユニット13b～13dを得た後、図8(c)に示すようにユニット13a～13dを環状に結合して固定子鉄心を得る。ユニット13a～13dには互いに接する結合面に凸凹の嵌め合い部18が設けられており、環状に結合する際にこの嵌め合い部18を円周方向に組み合わせることにより組立精度を上げ、更に剛性を確保することができる。

【0038】積層体のユニット13a～13dを組み合わせた後、夫々の周方向結合部の鉄心背部外径側をレーザ溶接等により軸方向に溶接を行い、積層された固定子鉄心を相互に固着することにより容易に一体化を行なう。更に必要に応じて夫々の歯部11間の鉄心背部の薄肉部分12の外径側をレーザ溶接等により補強することにより剛性を更に向上させることができる。

【0039】上述のような構成によれば、径方向寸法の大きい大容量の永久磁石型電動機においても、固定子鉄心を複数の積層体のユニットに分割することにより金型の小型化とプレス容量の軽減が可能となり固定子鉄心を安価で容易に製作する事ができる。

【0040】この実施の形態の永久磁石型電動機の固定子鉄心構造は、上記実施の形態1～3の永久磁石型電動機の固定子鉄心構造にも適用することができる。

【0041】図1～図8においては、24個の歯部11を用いて12個の巻線群とする場合に適用し、更に、図8(a)～(c)においては、固定子鉄心を4個の積層体のユニットに分割して構成する場合について示したが永久磁石型電動機の径方向寸法と回転子の極数により歯部、巻線群、及びユニットの個数は適宜選択することができる。さらに、上記実施の形態においては、連結手段は薄肉部分12により構成されていたが、その他の構造、例えばピンが挿入され、このピン部分で回動可能（固定子鉄心が折り曲げ可能となる）にする構造や、打抜いた珪素鋼板に凹凸を設けて積層する際にこの凹凸部分で回動可能な状態で嵌め合いを行う構造とすることも可能である。即ち、歯部が連続した形状となり、かつ歯部間を連結する連結手段が折り曲げ可能な構造であれば良い。

【0042】

【発明の効果】この発明における永久磁石型電動機は、複数の磁極をもつ永久磁石と、前記永久磁石と対向して配置される複数の歯部と、この歯部に集中的に巻回されて接続された巻線を有する永久磁石型電動機において、互いに隣接した前記歯部に巻回された巻線が同一相に同一極性となるよう接続されたため、コイルエンド寸法を小さくすることができ巻線の銅損も低減することができる。

【0043】また、前記同一相に同一極性となるよう接続された複数の巻線により巻線群が形成され、同一の巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の間隙を

方向隙間を $a$ とし、異なった巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の間隙を $b$ としたとき、 $a < b$ としたものであるため、漏れ磁束を抑制し誘起電圧を向上させることができる。

【0044】さらに、前記同一相に同一極性となるよう接続された複数の巻線により巻線群が形成され、同一の巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の間隙方向厚さを $c$ とし、異なった巻線群に属する巻線が施された隣接する歯部同士の間隙方向厚さを $d$ としたとき、 $c > d$ としたため、歯部先端の磁気飽和を抑制することができる。

【0045】さらにまた、前記巻線は3相接続され、前記歯部の全個数を $N$ とする時、 $N = 3n$ （ $n$ は2より大きい正の整数）の関係としたものであるため、歯部の全個数を6より大きい3の倍数とすることにより、三相電源の各相に対し同一個数の歯部に巻回された巻線が接続されるため、三相間の平衡を得ることができモータの振動・騒音の発生を抑えることができる。

【0046】この発明における永久磁石型電動機は、複数の永久磁石磁極をもつ回転子と、複数の歯部および当該歯部同士を折り曲げ可能に連結する連結手段を有し、前記連結手段で折り曲げられて環状に形成され、前記複数の歯部が前記回転子に対向して配置された固定子鉄心と、この歯部に集中的に巻回されて接続された巻線を有する永久磁石型電動機において、互いに隣接した前記歯部に巻回された巻線が同一相に同一極性となるよう接続されたものであるため、コイルエンド寸法を小さくすることができ巻線の銅損も低減することができるとともに、巻線の占積率が向上しモータを小形化することができる。

【0047】また、前記固定子鉄心は、前記複数の歯部および前記複数の連結手段を有するユニットを複数個連結して形成されたものであるため、金型の小型化とプレス容量の軽減が可能となり生産性の向上に寄与することができる。

【0048】さらに、前記複数のユニットは互いに接する面に嵌め合い部を有しており、当該嵌め合い部により連結されて環状に形成されたものであるため、組立を容易にし精度を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【符号の説明】

【図1】 実施の形態1の永久磁石型電動機を示す軸方向断面側面図である。

【図2】 固定子鉄心を直線状に保持した状態で巻線を施すことを示す正面図である。

【図3】 永久磁石型電動機の回転軸に対して垂直方向の断面図である。

【図4】 巻線のY字形結線の接続図である。

【図5】 従来の方式と実施の形態1のコイルエンドの軸方向部分断面図である。

【図6】 実施の形態2の永久磁石型電動機を示す正面図である。

【図7】 実施の形態3の永久磁石型電動機を示す正面図である。

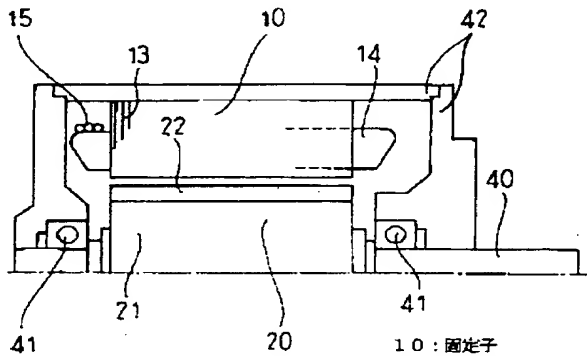
【図8】 実施の形態4の永久磁石型電動機を示す正面図である。

【図9】 従来の永久磁石型電動機を示す図である。

# 【符号の説明】

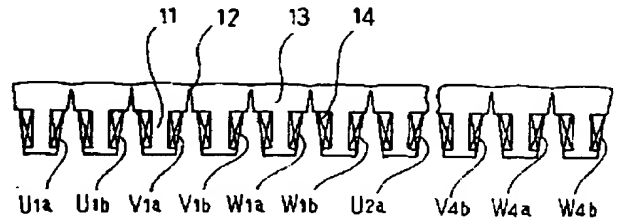
10 固定子、11 歯部、12 鉄心背部の薄肉部分、13 固定子鉄心、14 巻線、15 リード線、16 従来のコイルエンド長さ、17 実施の形態1のコイルエンド長さ、18 嵌め合い部、20 永久磁石型回転子、21 回転子鉄心、22 永久磁石、40 ロータ軸、41 軸受部材、42 外側構造体。

【図1】

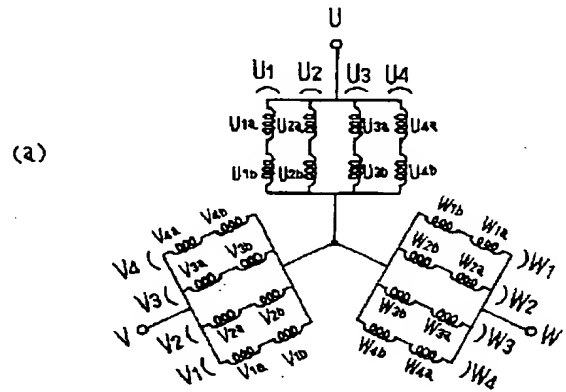


- 10 : 固定子
- 13 : 固定子鉄心
- 20 : 永久磁石型回転子
- 40 : ロータ軸
- 41 : 軸受部材
- 42 : 外側構造体

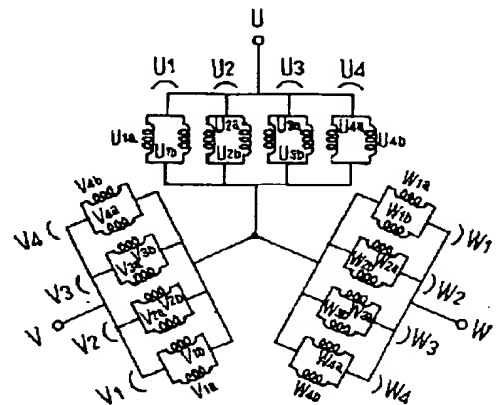
【図2】



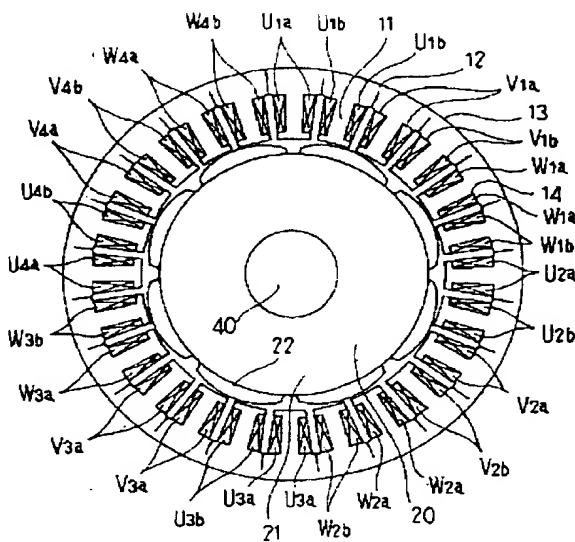
【図4】



(b)

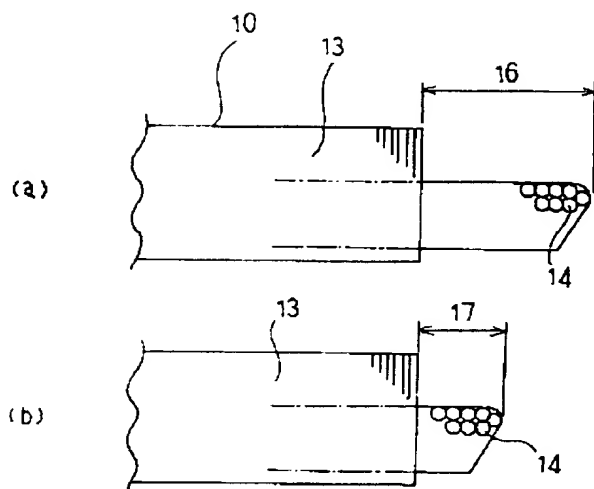


【図3】



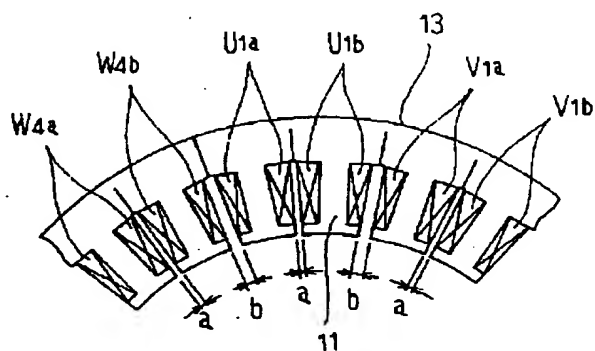
- 11 : 歯部
- 40 : ロータ軸

【図5】

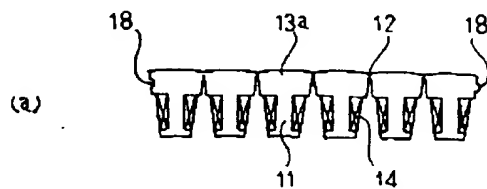


14:巻線

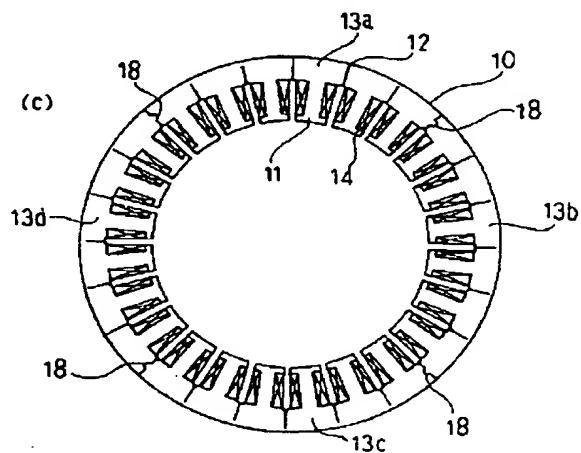
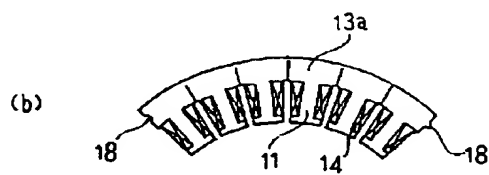
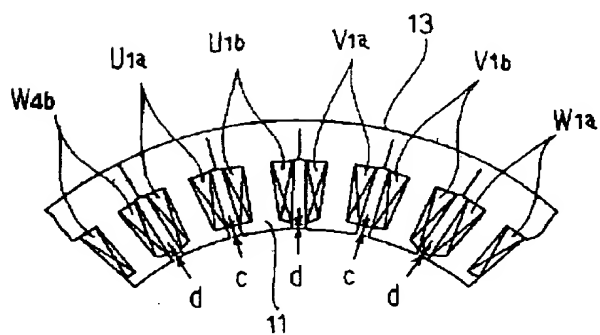
【図6】



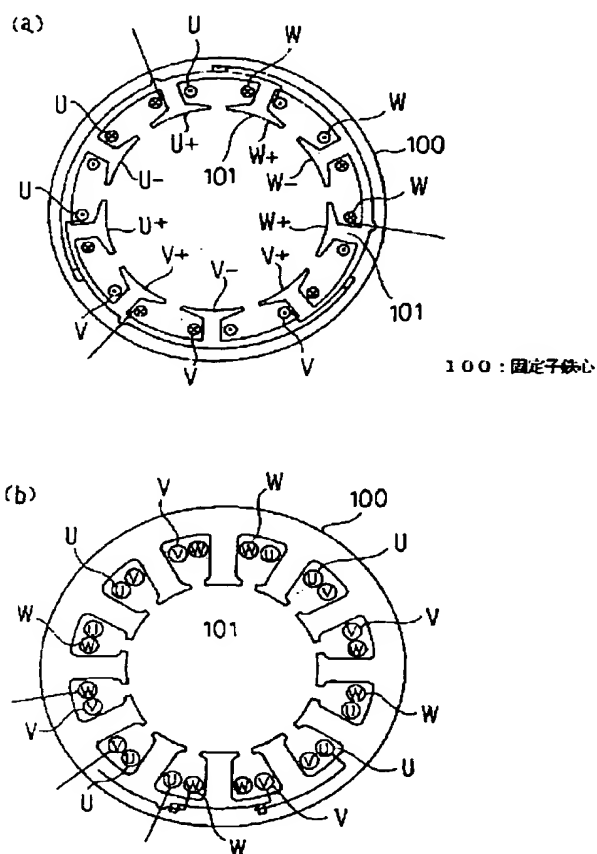
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H002 AA08 AB04 AB06 AC06 AC08  
 AE08  
 5H603 AA01 AA09 BB01 BB07 BB09  
 BB12 CA01 CA05 CB04 CB11  
 CC11 CC17 CD01 CD21  
 5H621 BB10 GA01 GA04 GA12 GB03  
 HH01 JK02 JK05  
 5H622 AA03 CA02 CA05 CA14 CB04  
 PP19